

0-794130

На правах рукописи

Титов Сергей Юрьевич

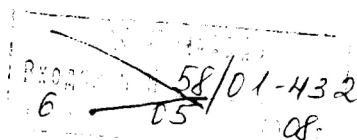
**АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ТОРГОВЛИ
НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ**

Специальность: 08.00.13 – Математические и инструментальные методы
экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2008



Диссертация выполнена на кафедре «Экономической динамики» Московского инженерно-физического института (государственного университета).

Научные руководители:

- доктор экономических наук, профессор Мхитарян Владимир Сергеевич,
- кандидат технических наук, доцент **Вязьмин Станислав Анатольевич**.

Официальные оппоненты:

- доктор экономических наук, профессор Хрусталеv Евгений Юрьевич,
- кандидат экономических наук Мельниченко Егор Анатольевич.

Ведущая организация:

- Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова.

Защита диссертации состоится **29** мая 2008 в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.151.01 в Московском государственном университете экономики, статистики и информатики по адресу: 119501, Москва, ул. Нежинская, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Московского государс

Автореф

Ученый

Диссерт

кандидат



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

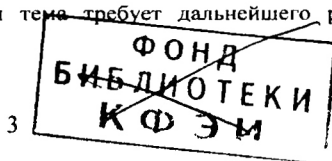
Актуальность темы исследования. В условиях современного динамично развивающегося мирового финансового рынка возрастает необходимость проведения участниками торгов анализа большого объема статистических данных в виде показаний различных индикаторов, а также необходимостью принятия эффективных торговых решений в кратчайшие сроки. Кроме того, увеличение числа участников торговли на финансовых рынках влечет за собой увеличение количества постоянно изменяющихся торговых стратегий участников рынка, что оказывает сильное воздействие на динамику цен. Становится все более актуальным создание самонастраивающихся, адаптивных торговых систем, которые настраиваются на изменяющуюся рыночную конъюнктуру, повышая эффективность работы управляющего активами.

По мере развития финансового рынка методы его анализа и принятия решений постоянно изменялись. Особенно сильно это прослеживается в сфере технического анализа, который развился от ручного способа анализа графика цены до использования сложнейших автоматизированных комплексов, включающих не только модели принятия решений, но и автоматические системы совершения сделок по сигналам этих моделей.

Однако используемые в данный момент системы принятия решений при торговле на финансовых рынках не обладают достаточной гибкостью и поэтому не всегда являются эффективными в течение продолжительного периода времени. В этой связи актуальным является создание систем, адаптирующихся к изменяющейся конъюнктуре рынка с целью обеспечения приемлемой доходности за счет повышения эффективности управления активами на рынке.

Степень разработанности проблемы исследования. Классическое решение вопросов создания и использования рыночных индикаторов и автоматических торговых систем для принятия решений трейдером дается в рамках технического анализа финансовых рынков.

Среди ранее предложенных, имеются модели, которые направлены на решение задачи защиты капитала управляющего активами от риска падения эффективности его торговой системы. Однако данная тема требует дальнейшего развития, а



используемые механические торговые системы необходимо дополнять встроенной возможностью адаптации их алгоритма совершения сделок к изменяющейся рыночной конъюнктуре. Сегодня возникла необходимость создания принципиально новой модели принятия решений, которая способна настраиваться на динамично развивающуюся конъюнктуру финансового рынка.

Вопросы создания торговой системы, адаптирующейся к динамично изменяющемуся рынку, особенно актуальны для участников именно валютного рынка вследствие глобальности его характера и динамичности изменения тенденций движения цен на торгуемые пары валют. Важной чертой современных торговых систем должна стать их способность выбирать наилучшие алгоритмы работы, те стратегии торговли, которые хорошо работают в данный момент времени.

Необходимо создать торговую систему, которая хорошо адаптируется к изменению рыночной конъюнктуры, вследствие чего ее эффективность остается стабильно возрастающей. Описанная задача в данный момент недостаточно изучена и раскрыта в научной литературе, поэтому на ее решение и направлены исследования в этой работе.

Целью исследования является создание адаптивной модели принятия решений, применение которой способно увеличить эффективность работы трейдера на валютном рынке, путем нивелирования негативного влияния волатильности доходности классических механических торговых систем, используемых при управлении активами.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие **задачи:**

- создание критерия эффективности, позволяющего проводить сравнительный анализ работы различных торговых систем валютного рынка;
- обобщение сигналов различных автоматических торговых систем в итоговый индикатор для поддержки принятия решений на валютном рынке;
- определение весовых коэффициентов торговых систем для их свертки в обобщенный показатель, а также обеспечение адаптации этих коэффициентов с течением времени

- разработка алгоритма преобразования дробных значений обобщенного сигнала адаптивной модели в целочисленные, позволяющего обеспечить однозначность дальнейшего действия трейдера;
- создание методики выявления механических торговых систем в рабочей группе, которые повышают и понижают эффективность адаптивной модели;
- разработка методики анализа торговой системы на устойчивость и оценки ее чувствительности к изменению характера и закономерностей движения цен на рынке.

Объектом исследования является международный валютный рынок.

Предметом исследования является автоматизация процесса принятия решений управляющим активами на валютном рынке.

Методологической и теоретической основой исследования являются труды отечественных и зарубежных авторов в области экономической теории, анализа валютных и фондовых рынков, прогнозирования временных рядов, технического анализа, теории принятия решений и автоматизации торговли на финансовых рынках. При решении задач исследования использовались методы оптимизации, математической статистики, эконометрики, теории игр, имитационного моделирования и программирования в среде MS Excel и MetaStock Professional.

Информационной базой исследования являются статистические данные международного финансового объединения «Форекс Клуб» по динамике движения цен на наиболее ликвидные валютные пары.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке адаптивной модели принятия решений для торговли на финансовых рынках, способной увеличить степень защиты капитала инвестора при падении эффективности используемых им механических торговых систем, что позволяет стабилизировать рост кривой доходности и повысить эффективность работы на рынке.

Исследования, связанные с созданием адаптивной модели принятия решений при торговле на финансовых рынках, привели к следующим наиболее существенным

результатам, которые получены лично автором, обладают элементами научной новизны и выносятся на защиту:

- создан показатель эффективности, позволяющий проводить сравнительный анализ работы различных торговых систем валютного рынка;
- разработан метод взвешивания индикаторов от нескольких механических торговых систем с целью получения обобщенного итогового сигнала для принятия решения о совершении сделки на валютном рынке;
- разработана методика перераспределения весовых коэффициентов адаптивной модели, основанная на различных способах расчета весов торговых систем, входящих в рабочую группу;
- создан метод порогового значения обобщенного сигнала адаптивной модели, который преобразует дробные значения обобщенного сигнала адаптивной модели в целочисленные;
- создана и апробирована методика оценки вклада каждой системы в совокупную эффективность адаптивной модели, которая позволяет выявлять торговые системы, повышающие и понижающие итоговые показатели работы модели;
- разработан метод сводных таблиц оптимизации, который предлагает решение задачи устойчивости работы различных торговых систем и чувствительности их эффективности к изменению расчетного массива цен.

Отмеченные результаты соответствуют пунктам 1.1, 1.4 и 2.3 паспорта специальности 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики».

Теоретическая значимость работы состоит в том, что теоретические положения и выводы диссертационного исследования могут быть использованы при разработке методов создания адаптивных систем принятия решений при управлении активами на финансовых рынках.

Практическая значимость работы состоит в том, что основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования использованы в деятельности ООО «УК «МЕТРОПОЛЬ», что подтверждено документально. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы управляющими активами инвестиционных компаний и банков, а также индивидуальными инвесторами,

осуществляющими деятельность на финансовых рынках для решения следующих задач:

- управление активами как на валютном, так и на фондовых рынках с использованием адаптивной модели принятия решений;
- портфельное инвестирование с использованием метода взвешенных индикаторов и методов перераспределения весовых коэффициентов;
- оптимизация процесса принятия торговых решений в организации, занимающейся инвестициями на финансовых рынках (адаптивная модель принятия решений);
- оценивание эффективности управления портфелем ценных бумаг (методы оценки эффективности торговых систем);
- оценивание устойчивости автоматических торговых систем к изменению расчетного массива цен.

Положения диссертации нашли применение в учебном процессе МИФИ по учебным курсам: «Прогнозирование финансовых рынков», «Механические торговые системы и управление капиталом», «Финансовая математика», «Треjder валютного и российского фондового рынков».

Апробация работы. Основные результаты исследования докладывались и получили одобрение на пяти конференциях Научных сессий МИФИ 2004–2008 (секция «Экономика и управление»), на X Московской международной телекоммуникационной конференции студентов и молодых ученых «Молодежь и наука».

Публикации. По теме исследования опубликованы 10 печатных работ общим объемом 3,0 п.л. (из которых лично автору принадлежат 2,1 п.л.), включая 1 статью в журнале, рекомендованном ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность темы, цель исследования и решаемые задачи, определены объект, предмет, научная новизна и практическая значимость исследования.

В первой главе «Торговые системы для принятия решений на финансовых рынках» дан анализ работ, характеризующих современное состояние области исследования, рассмотрены цели создания автоматических торговых систем, классические и современные подходы к автоматизации процесса принятия решений на рынке, раскрыта сущность и способы оптимизации параметров торговых систем, выявлены преимущества и недостатки рассмотренных методов анализа.

Со временем методы анализа и прогнозирования финансовых рынков постоянно видоизменялись. Сначала появился «фигурный анализ» или «анализ форм». Участники торгов отмечали цены сделок на графиках, после чего анализировали характер их движения, стараясь найти похожие модели, с целью предсказать дальнейшее развитие ситуации на рынке. Таким образом, появилось множество, так называемых «фигур» технического анализа.

В дальнейшем, в связи с развитием информационных технологий, трейдеры стали анализировать и прогнозировать динамику движения цен с помощью построения рыночных индикаторов, которые представляли собой некоторую функцию от цены. В настоящее время существуют сотни индикаторов технического анализа, используемые участниками торгов при анализе финансового рынка. Все индикаторы делятся на две основные группы. К первой группе относятся индикаторы, основанные на выявлении существующих, зарождающихся, или угасающих трендов (тенденций движения цены). Это группа «трендовых индикаторов». Ее наиболее известными представителями являются все скользящие средние значения и основанные на них инструменты.

Во вторую группу индикаторов входят инструменты, направленные не на поиск глобальных тенденций движения рынка, а выявляющие небольшие краткосрочные колебания цены. Среди этих индикаторов RSI (Relative Strength Index) – индекс относительной силы), Momentum (индикатор темпа движения цен), ROC (Rate of Change – индикатор скорости изменения цен) и другие. Основной их задачей является нахождение наиболее точных моментов совершения сделок вне

зависимости от долгосрочной тенденции. Индикаторы данной группы называются «осцилляторами».

Визуальным отличием трендовых индикаторов от осцилляторов служит диапазон изменения их значений. Как правило, границы движения трендовых индикаторов по вертикальной оси не ограничены (кроме нулевого значения цены), в то время, как большинство осцилляторов изменяются в границах определенного диапазона значений (например, от 0 до 100). В силу функциональной зависимости большинства индикаторов от значений цены, именно их более удобно использовать при построении механических торговых систем.

В связи с необходимостью анализа большого количества статистических данных и необходимостью принятия решений в кратчайшие сроки, все большее распространение в последнее время получает метод торговли на финансовых рынках, называемый «системной торговлей» - System Trading. Его принцип заключается в формализации алгоритмов принятия решений трейдером на финансовых рынках. Эти компьютерные системы получили название Механические торговые системы (МТС). Сначала с помощью специального программного продукта формализуется алгоритм совершения сделок, а затем тестируется его эффективность на статистических данных по динамике движения цены выбранного актива на рынке. В некоторые программные продукты для таких систем встроена функция оптимизации параметров формализуемого алгоритма.

Механические торговые системы играют важную роль в процессе принятия трейдером решений при торговле на финансовых рынках и способны существенно ускорить этот процесс и, таким образом, увеличить эффективность операций участника торгов. Однако существует проблема, суть которой заключается в том, что рабочий алгоритм, на котором основано действие стандартных МТС, не предусматривает возможность отслеживать характер движения цены на рынке. В большинстве торговых систем предусмотрена возможность только предварительной настройки параметров. Однако этого бывает недостаточно для поддержания эффективности работы системы, что осложняет задачу трейдера. Кроме того, изменчивы и методы торговли, используемые участниками торгов, что делает методы принятия решений в этих условиях не достаточно эффективными. Несмотря на данный недостаток, использование механических торговых систем —

общепринятая практика как среди частных трейдеров, так и управляющих активами фондов.

В современных условиях все более актуальным становится создание систем, которые имеют свойство подстраиваться под текущую ситуацию, адаптируясь к изменяющимся условиям. Важной чертой современных торговых систем должна стать их способность выбирать наилучшие алгоритмы работы с тем, чтобы следовать именно тем стратегиям торговли, которые хорошо работают непосредственно в данный момент времени.

Решение этой проблемы – чрезвычайно важная задача, так как многим инвестиционным фондам и банкам особенно важно поддерживать стабильность получения прибыли. Описанную проблему целесообразно решать за счет создания самонастраивающихся торговых систем.

Рассматриваемые в диссертационной работе методы создания адаптивной модели принятия решений направлены на увеличение эффективности работы трейдера на валютном рынке, путем нивелирования негативного влияния волатильности доходности классических механических торговых систем, тем самым, обеспечивая стабильность прибыли от управления активами.

Во второй главе «Адаптивная методика анализа и принятия решений на финансовых рынках» рассмотрен процесс ценообразования, который характерен для различных рынков и активов, описан метод взвешенных индикаторов и адаптивная модель принятия решений о совершении сделок на финансовых рынках. Также решена задача выбора критериев эффективности торговых систем и предложены различные методы ее решения, рассмотрено несколько методов перераспределения весовых коэффициентов адаптивной модели принятия решений и способов исследования торговой системы на устойчивость.

В работе рассмотрен процесс формирования цен на рынках, где присутствует большое число участников торгов, желающих извлечь прибыль с помощью спекулятивных операций. Описаны стандартные действия спекулянтов на финансовых рынках и, в частности, на валютном. Раскрыты особенности формирования значений ценового временного ряда под влиянием изменения настроения и ожиданий участников торгов. Выявлено, что каждый участник торгов анализирует рынок, как результат деятельности совокупности трейдеров, а сам

рынок является самообучающейся и постоянно меняющейся системой. В связи с этим, для достижения успеха на финансовом рынке необходимо создать такой инструмент, который будет автоматически адаптироваться к изменяющейся рыночной конъюнктуре.

В диссертации обосновано преимущество использования при принятии решений нескольких индикаторов и предложен метод обобщения значений этих инструментов для получения итогового сигнала, который рекомендует трейдеру совершать те, или иные действия. Для этого каждому из используемых индикаторов присваивается свой весовой коэффициент, который рассчитывается исходя из результатов работы этого индикатора в прошлом. Таким образом, чем лучше он работал, тем больше его весовой коэффициент, и тем более значима его роль в итоговом сигнале по сравнению с показаниями других используемых инструментов.

Каждый трейдер в процессе торговли анализирует рыночную ситуацию с помощью различных методов, количество и состав которых определяет он сам. Предположим, что каждый метод анализа рынка, которым пользуется участник торгов, представлен в виде некоего индикатора f , оказывающего влияние на решение трейдера о покупке или продаже рыночного актива, который называется «функция совершения сделок». Тогда F – множество этих индикаторов, а u – оценка трейдером будущего изменения цены (в данном случае имеется в виду субъективная оценка направления предстоящего движения цены некоторого актива). Пусть каждый индикатор выдает значение -1, 0 или 1 (-1 соответствует сигналу на продажу, 0 – отсутствие действий, а 1 – на покупку). Данным индикатором может быть любой способ прогнозирования, на котором основывается трейдер.

При использовании данной модели появляется возможность создания системы, которая имеет в своем арсенале несколько различных индикаторов, обобщенных в итоговый сигнал. А способ перераспределения весовых коэффициентов между данными индикаторами, реагирующий на изменения эффективности их работы, придаст всей торговой системе свойство адаптивности.

Предлагаемая адаптивная модель принятия решений для торговли на финансовых рынках основана на методе взвешенных индикаторов, где в качестве инструментов анализа рынка используются механические торговые системы (МТС), которые имеют разные алгоритмы совершения сделок в виде некоторых функций от

цены. Кроме того, для проведения различных расчетов введена «функция состояния позиции» торговой системы, обозначаемая, как x и рассчитываемая путем суммирования всех предыдущих значений функции f . Причем в расчет функции совершения сделок встроено ограничение максимально допустимого размера позиции, которое блокирует чрезмерное повторение одинаковых значений f , удерживая значение функции состояния позиции в необходимых рамках. Поэтому x также принимает в каждый момент времени три варианта значений: -1, 0 и 1, и обозначает, в какой торговой позиции находится исследуемая система: в позиции на покупку (1), в позиции на продажу (-1) или «вне рынка» (0). Таким образом:

$$x_i(t_j) = \sum_{k=1}^j f_i(t_k)$$

где t_k – k -й момент времени

t_j – j -й момент времени

$f_i(t_k)$ – значение функции совершения сделок i -ой МТС в k -й момент времени.

$x_i(t_j)$ – значение функции состояния позиции i -ой МТС в момент времени j

В случае, если $x=1$, то рост цены используемого актива ведет к увеличению доходности системы; если $x=-1$, то рост цены ведет к уменьшению доходности системы; а если $x=0$, то изменение цены никак не влияет на прибыль торговой системы.

На основе описанных выше формул возможно посчитать текущее состояние торгового счета системы (или «оценка позиции системы») с учетом совершенных сделок, которое обозначается как q и рассчитывается по следующей формуле:

$$q_i(t_j) = - \sum_{k=1}^j p_k f_i(t_k) + p_j x_i(t_j)$$

где $q_i(t_j)$ – значение оценки позиции i -ой МТС в j -й момент времени,

p_k, p_j – цена одной единицы актива в моменты времени k и j

соответственно.

Используя данные о динамике значений q возможно рассчитать весовые коэффициенты торговых систем, входящих в рабочую группу. Однако для расчета

весовых коэффициентов и проведения сравнительного анализа эффективности различных торговых систем в работе используется специально разработанный для торговых систем валютного рынка критерий эффективности ψ , который учитывает как показатели доходности системы, так и волатильность кривой дохода за исследуемый промежуток времени. Задача выбора критерия эффективности является важной, поскольку при сравнении различных систем необходимо учитывать не только текущее значение прибыли, но и динамику ее изменения с течением времени. То есть, необходимо учитывать и разброс значений доходности системы за исследуемый промежуток времени. Поэтому показатель ψ является более подходящим для оценки работоспособности торговых систем валютного рынка, чем другие часто используемые критерии и рассчитывается следующим образом:

$$\psi_i(t_j) = y_i(t_j) - \frac{\sigma_i^2(t_j)}{2}$$

где $\psi_i(t_j)$ – значения ψ для i -й торговой системы в момент t_j

$y_i(t_j)$ – доходность i -й торговой системы в момент t_j

$\sigma_i(t_j)$ – стандартное отклонение значения оценки позиции i -й системы в момент t_j

Именно на основе показателя ψ рассчитываются значения весовых коэффициентов адаптивной модели, которые обозначаются, как w и рассчитываются по следующей формуле:

$$w_i(t_j) = \frac{\psi_i(t_j) - \psi_{\min}(t_j)}{\sum_{i=1}^n (\psi_i(t_j) - \psi_{\min}(t_j))}$$

где $w_i(t_j)$ – весовой коэффициент i -ой МТС в j -й момент времени,

$\psi_{\min}(t_j)$ – минимальное значение показателя ψ из всех МТС, входящих в АТС в j -й момент времени; $w_i(t_j) = 0 \dots 1$

Введенная ранее функция u указывает на оптимальное состояние позиции адаптивной модели принятия решений, которая является средневзвешенным значением состояний позиций всех МТС. Данная функция имеет следующий вид:

$$u(t_j) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(t_j) \cdot w_i(t_j)}{\sum_{i=1}^n w_i(t_j)}$$

где $u(t_j)$ – значение функции взвешенных индикаторов в j -й момент времени

Значения u изменяются от -1 до 1 и могут быть дробными. То есть функция генерирует неоднозначный сигнал о необходимом состоянии позиции трейдера. Например, при $u=0,5$ невозможно однозначно ответить, какое состояние позиции в данный момент времени должно быть: позиция на покупку (при $u=1$) или отсутствие позиций ($u=0$). Для решения данной проблемы введем фильтр v функции u , который играет роль решающего правила, согласно которому неоднозначные сигналы u интерпретируются как однозначные v . Посредством данной фильтрации реализуется метод порогового значения обобщенного сигнала адаптивной модели. Функция v выглядит следующим образом:

$$v(t_j) = \begin{cases} 1 & \text{при } u(t_j) > \alpha \\ -1 & \text{при } u(t_j) < -\alpha \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

где $v(t_j)$ – значение функции состояния позиции АТС в момент времени j

α – параметр чувствительности АТС к отклонениям u от 0 , $\alpha \in [0; 1]$, значение которого вводится пользователем.

Значения $v(t_j) = -1; 1; 0$ означают, что необходимым состоянием позиции АТС в момент времени t_j является соответственно позиция на продажу, то есть последней сделкой, совершенной трейдером, работающим по АТС является продажа базового

актива; покупка или отсутствие каких либо позиций. В случае если состояние позиции АТС отличается от значения v , то трейдеру следует совершить действия для приведения своей позиции в соответствие со значением v , совершив необходимые сделки.

Таким образом, v показывает оптимальное состояние позиции в каждый момент времени работы адаптивной торговой системы, основываясь на показаниях работы МТС, входящих в ее состав.

Функция $f_v(t_j)$ показывающая, какие сделки необходимо совершать в момент времени t_j , чтобы следовать показаниям v , определяется следующим образом:

$$f_v(t_j) = v(t_j) - v(t_{j-1})$$

$$\text{где } f_v(t_1) = v(t_1)$$

$v(t_j)$ – значение функции состояния позиции АТС в момент времени j , а $v(t_{j-1})$ – в момент времени $j-1$

Оценка позиции АТС в j -й момент времени – $q_v(t_j)$ и показатель эффективности $\psi_v(t_j)$ вычисляется таким же образом, как $q_i(t_j)$ и $\psi_i(t_j)$.

Наряду с адаптивной моделью, в работе созданы различные методы перераспределения весовых коэффициентов адаптивной модели и способы определения устойчивости торговой системы к изменению расчетного массива цен. Расчет производится путем построения локальных таблиц оптимизации для разных промежутков времени тестирования, в которых присутствуют значения варьируемых параметров и соответствующих им характеристик эффективности системы. В качестве критерия эффективности системы использовалась доходность и другой показатель, разработанный автором. После этого вычисляются ранги (соответствующие номерам строк в отсортированных по убыванию эффективности таблицах оптимизации) значений варьируемого параметра на локальных отрезках оптимизации, строится сводная таблица оптимизации, рассчитываются показатели среднего ранга значения варьируемого параметра, а также его разброс с течением времени. С помощью среднего ранга можно оценить среднюю эффективность

данного значения параметра по сравнению с другими, а на основе разброса этого ранга становится возможно сравнить устойчивость этого значения варьируемого параметра торговой системы.

Следует отметить, что представленная во второй главе адаптивная модель принятия решений для торговли на финансовых рынках является «надстройкой» над группой МТС, выполняющей функцию системы управления приоритетами при принятии решений. В основе модели лежат различные алгоритмы совершения сделок, эффективность которых влияет на их собственный весовой коэффициент и, в конечном итоге, на эффективность работы всей адаптивной торговой системы.

В третьей главе «Анализ эффективности работы адаптивной модели принятия решений по данным валютного рынка» проведено тестирование разработанных методик и описаны рекомендации по их использованию, апробированы на статистических данных критерии эффективности торговых систем и адаптивной модели принятия решений. Также оценена устойчивость адаптивной модели и влияние каждой механической торговой системы на общий результат.

В ходе практической реализации адаптивной модели принятия решений в качестве критерия эффективности систем использовался критерий ψ , который учитывает как показатели доходности системы, так и волатильность кривой дохода за исследуемый промежуток времени.

Тестирование адаптивной модели принятия решений проведено с использованием четырех методов перераспределения весовых коэффициентов, представленных во второй главе диссертации. При оценке эффективности адаптивных торговых систем (АТС) в работе используется специальный коэффициент сравнительной эффективности λ , рассчитываемый путем вычисления в рассматриваемый момент времени процентной разности значений коэффициента эффективности соответствующей АТС и наибольшего для всех используемых механических торговых систем (МТС) значения данного коэффициента. Таким образом:

$$\lambda_{k,g} = \left(\frac{\psi_{k,g}(t_m)}{\psi_{\max,g}(t_m)} - 1 \right) * 100\%$$

где $\lambda_{k,g}$ - коэффициент сравнительной эффективности k -й АТС в g -й интервал тестирования ($g=1,2,\dots,G$)

$\psi_{k,g}(t_m)$ - коэффициент эффективности k -й АТС в момент времени t_m в g -ом интервале тестирования

$\psi_{\max,g}(t_m)$ - наибольшее значение коэффициента эффективности для всех используемых АТС в момент времени t_m в g -ом интервале тестирования

Для того чтобы определить какой из методов перераспределения весовых коэффициентов наиболее эффективен, использован усредненный показатель $\bar{\lambda}_k$, который рассчитывается как среднеарифметическое значение коэффициента λ_k по всем G тестируемым интервалам времени.

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\sum_{g=1}^G \lambda_{k,g}}{G}$$

где $\bar{\lambda}_k$ - усредненный коэффициент сравнительной эффективности k -й АТС

В ходе реализации работы адаптивной модели принятия решений на рыночных котировках основных инструментов международного валютного рынка, определялось оптимальное значение параметра α как пороговое значение обобщенного сигнала адаптивной модели, а также выбирался наиболее эффективный метод перераспределения весовых коэффициентов. Исследования эффективности адаптивной модели принятия решений были проведены на четырех парах валют международного валютного рынка FOREX, котировки которых представлены в долларах США (USD): Евро (EUR), Британский фунт (GBP), Австралийский и Новозеландский доллары (AUD, NZD). Статистические данные по этим валютным парам, выбраны с 01.01.2000 по 01.01.2007 г. Тестирование четырех АТС проводилось с помощью рассмотренных в работе методов перераспределения весовых коэффициентов при следующих начальных условиях:

- длина одного интервала тестирования – 1 год
- число временных интервалов – 28 (4 пары валют, 7 лет)

- используемые валютные пары: AUD/USD, EUR/USD, GBP/USD, NZD/USD.
- период тестирования: с 01.01.2000 по 01.01.2007
- размер лота: 100 000 единиц базовой валюты
- начальный размер счета: 150 000 USD
- отсутствие комиссий брокера
- отсутствие разницы между ценой покупки и продажи в один и тот же момент времени
- кредитное плечо не используется

В табл. 1 представлены, полученные по результатам работы адаптивной модели на рыночных котировках четырех валютных пар за 7 лет значения ψ для десяти используемых МТС (МТС1, ..., МТС10), а также рассчитанные при $\alpha=0$ значения λ четырех АТС (АТС1, ..., АТС4), основанных на разных способах перераспределения весовых коэффициентов адаптивной модели. Коэффициент ψ показывает эффективность работы соответствующей торговой системы за рассматриваемый промежуток времени. Таким образом, левая часть табл.1 иллюстрирует результаты 392 реализаций работы предложенной модели. В правой части таблицы представлены значения λ , показывающие, на сколько процентов эффективность АТС выше эффективности наилучшей по значению ψ МТС на рассматриваемом промежутке времени. Положительные значения λ говорят о том, что АТС удалось обобщить сигналы группы из десяти МТС таким образом, что итоговая эффективность АТС превосходит эффективность наилучшей из используемых МТС. Отрицательные значения λ свидетельствуют, что значение ψ данной АТС меньше максимального из всех МТС, входящих в рабочую группу, то есть данная АТС не достаточно эффективна. В нижней части таблицы для каждой из 4-х АТС показываются средние значения $\bar{\lambda}_k$, полученные по всем 28 рассматриваемым промежуткам времени, где $k=1,2,3,4$.

Табл. 1 Значения ψ и λ при $\alpha=0$, для рассматриваемых Механических (МТС) и Адаптивных (АТС) торговых систем.

$\alpha = 0,00$

Валютная пара	Год	Значения Ψ														Значения Λ			
		МТС1	МТС2	МТС3	МТС4	МТС5	МТС6	МТС7	МТС8	МТС9	МТС10	АТС1	АТС2	АТС3	АТС4	АТС1	АТС2	АТС3	АТС4
AUD/USD	2000	6,26	0,63	0,00	7,99	4,26	4,33	6,79	3,97	8,58	5,95	5,11	6,62	9,88	11,32	-40,44	-22,86	15,16	31,94
	2001	2,30	2,17	2,91	3,58	3,73	6,15	-0,54	3,88	5,21	3,68	9,34	5,17	8,21	8,84	52,00	-15,90	33,65	43,85
	2002	3,26	1,76	1,89	4,28	4,13	4,72	2,51	2,16	3,72	2,09	5,50	2,92	5,15	6,87	16,70	-38,03	9,17	45,68
	2003	8,05	1,32	0,73	8,49	4,09	9,15	2,74	3,74	9,30	1,30	9,08	9,21	12,10	14,33	-2,34	-1,01	30,05	54,02
	2004	4,97	3,03	5,05	8,77	7,12	9,29	8,97	7,62	8,53	3,74	12,39	6,05	9,16	14,85	33,38	-34,89	-1,38	59,84
	2005	2,54	5,52	6,05	6,09	3,70	8,13	0,27	7,89	7,09	4,99	9,67	7,62	9,95	9,39	18,88	-6,30	22,40	15,54
EUR/USD	2006	4,69	3,21	2,24	5,97	5,78	5,58	2,63	3,40	6,01	0,70	9,18	4,73	9,11	10,71	52,80	-21,23	51,48	78,23
	2000	8,11	0,07	2,92	13,14	8,71	14,28	5,37	9,18	11,52	4,04	13,91	17,10	16,66	15,61	-2,61	19,73	16,66	9,33
	2001	6,62	3,23	10,73	6,67	2,49	10,73	-5,17	6,81	4,89	3,01	16,52	8,70	11,87	14,96	53,86	-18,95	10,55	39,41
	2002	8,06	1,55	0,66	7,36	3,22	3,85	7,61	4,38	6,18	4,19	6,58	7,90	11,92	10,84	-18,32	-1,99	47,79	34,47
	2003	15,85	0,00	0,00	13,81	14,69	14,28	4,25	11,25	9,77	4,23	15,42	13,48	15,56	14,93	-2,74	-14,97	-1,82	-5,80
	2004	6,78	5,97	2,61	10,54	0,00	7,11	3,57	6,18	6,83	4,32	10,25	12,70	13,13	19,90	-2,72	20,54	24,55	88,79
GBP/USD	2005	7,01	7,22	7,93	5,54	8,66	7,37	-5,21	9,96	11,15	8,41	10,28	0,26	5,78	14,77	-7,78	-97,67	-48,20	32,45
	2006	4,61	5,62	3,99	6,54	4,74	6,72	-1,47	5,57	6,83	9,09	18,73	10,03	11,09	14,60	106,00	10,26	21,99	60,57
	2000	14,59	0,00	2,74	13,34	10,39	5,58	10,87	6,68	8,59	-1,82	5,91	6,01	7,78	11,85	-59,48	-58,78	-46,69	-18,78
	2001	1,66	7,74	8,34	3,65	0,00	9,71	-2,53	8,41	13,71	4,81	10,10	9,98	14,40	14,08	-26,36	-27,22	4,98	2,69
	2002	7,44	1,41	2,39	8,03	8,62	6,82	3,96	6,94	6,27	11,41	6,11	11,81	16,00	16,53	-46,41	3,50	40,25	44,88
	2003	13,83	0,00	0,00	16,09	17,27	11,23	16,18	5,05	16,06	14,24	20,07	15,50	17,36	19,93	16,22	-10,21	0,53	15,45
NZD/USD	2004	5,52	2,51	3,60	10,64	4,10	11,68	-5,48	15,06	9,88	4,05	18,15	3,88	12,60	23,79	20,51	-74,24	-16,38	57,90
	2005	10,39	12,21	10,96	16,40	13,68	15,57	18,02	11,21	14,08	4,13	22,52	26,36	26,43	28,62	24,97	46,24	46,66	58,79
	2006	10,46	6,12	8,55	8,60	10,38	6,65	3,76	7,27	14,37	5,73	11,13	16,26	16,81	19,42	-22,56	13,17	17,01	35,16
	2000	8,46	1,36	0,48	8,58	6,80	7,00	4,25	4,00	6,33	4,57	8,30	8,07	8,31	10,30	-3,25	-6,01	-3,16	19,99
	2001	2,05	2,43	3,36	4,54	3,79	4,36	-1,14	3,17	4,13	1,49	6,98	3,27	6,40	5,61	53,59	-28,08	40,88	23,40
	2002	5,60	1,04	0,00	6,60	4,83	5,52	2,29	1,88	8,08	3,20	8,36	4,06	5,42	6,05	3,49	-49,73	-32,89	-25,15
USD/JPY	2003	4,21	3,63	4,59	5,33	3,66	2,86	-2,95	3,64	6,85	3,23	7,49	7,61	5,72	7,06	9,36	11,16	-16,53	3,13
	2004	5,73	2,51	3,57	9,24	2,47	6,67	4,51	6,50	9,89	2,84	13,16	3,91	13,71	19,11	33,12	-60,45	38,72	93,30
	2005	5,53	6,00	6,88	11,33	8,34	8,93	13,11	6,71	9,03	4,74	12,00	5,52	10,84	16,20	-8,49	-57,93	-17,35	23,51
	2006	7,56	0,27	3,07	8,49	4,04	5,68	9,41	3,89	8,44	3,48	7,51	7,05	7,40	11,15	-20,18	-25,06	-21,37	18,55
	Λ (ср.):															8,26	-19,53	9,53	33,61

Сравнительный анализ работы четырех АТС проводился по аналогичному алгоритму для 31 значения α (0,00; 0,01; 0,02; ...; 0,30). На рис. 1 показаны средние значения $\bar{\lambda}_k$, полученные по четырем ($k=1,2,3,4$) адаптивным моделям с использованием различных численных значений параметра α . Результаты проведенных исследований, представленные на рис. 1, показывают, что оптимальным является метод перераспределения весовых коэффициентов, рассчитываемый по формуле w_i^4 , так как значения $\bar{\lambda}_4$ в каждый момент времени превосходят значения $\bar{\lambda}_1$, $\bar{\lambda}_2$ и $\bar{\lambda}_3$.

Практическое применение адаптивной модели показало, что оптимальным значением α является 0, а при увеличении значений данного параметра эффективность адаптивных моделей (АТС1...АТС4) снижается. Это объясняется тем, что при увеличении α состояние позиции (x) АТС чаще становится равным 0, тем самым лишает возможности торговой системе занимать выгодную торговую позицию.

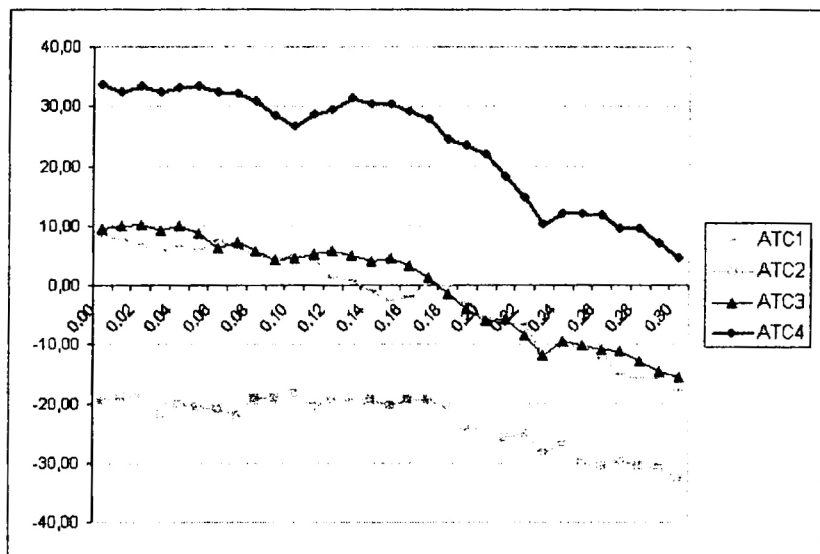


Рис. 1. График зависимости средних значений $\bar{\lambda}_k$ от α для четырех исследуемых АТС.

При этом значения $\bar{\lambda}_4$ являются стабильно положительными, из чего следует, что показатели эффективности АТС4 превосходят показатели «наилучшей» МТС в рабочей группе в среднем на 25-30 %. Существенным преимуществом разработанной адаптивной модели является то, что она использует для генерации сигналов поддержки принятия решений только данные о текущей эффективности работы группы МТС и их сигналы к совершению сделок, тем самым, не проводя самостоятельного анализа рынка. Модель автоматически перераспределяет весовые коэффициенты механических торговых систем и адаптируется к текущей рыночной конъюнктуре. Данная модель является универсальной, так как вне зависимости от набора торговых систем, входящих в данную группу, результирующие значения адаптивной системы складываются из сигналов МТС, наиболее эффективных в каждый момент времени. При этом, количество используемых МТС может быть достаточно большим, так как наибольшие весовые коэффициенты присваиваются наиболее эффективным МТС и отфильтровываются сигналы менее эффективных.

В заключении приводятся основные выводы и предложения по результатам проведенного исследования.

- созданный показатель эффективности позволяет проводить сравнительный анализ работы различных торговых систем валютного рынка и является наиболее подходящим критерием эффективности;
- разработанный метод взвешивания индикаторов механических торговых систем позволяет получать обобщенный итоговый сигнал для принятия решения о совершении сделки на валютном рынке;
- разработанная методика перераспределения весовых коэффициентов адаптивной модели позволяет эффективно изменять веса входящих в рабочую группу механических торговых систем;
- созданный метод порогового значения позволяет преобразовать дробные значения обобщенного сигнала адаптивной модели в целочисленные;
- апробация созданной методики оценки вклада каждой механической торговой системы в совокупную эффективность адаптивной модели показала, что она успешно выявляет торговые системы, повышающие и понижающие итоговые показатели работы модели;

- разработанный метод сводных таблиц оптимизации предлагает решение задачи устойчивости работы различных торговых систем и чувствительности их эффективности к изменению расчетного массива цен.

Публикации по теме диссертации. Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах.

1. Титов С.Ю. Адаптивная система принятия решений на финансовых рынках – Журнал «Прикладная эконометрика» №3 – 2007 г. – 0,9 п.л.
2. Титов С.Ю., Вязьмин С.А. Использование метода взвешенных индикаторов для торговли на финансовых рынках // Российский экономический интернет-журнал [Электронный ресурс]. — М.: АТиСО, 2002 — № гос. регистрации 0420600008. — Режим доступа: http://www.e-rej.ru/Articles/2007/Titov_Vyazmin.pdf, свободный — Загл. с экрана. – 0,5 п.л. (авторский вклад – 0,4 п.л.).
3. Титов С. Ю., Вязьмин С. А. Адаптивная торговая система для принятия решений на финансовых рынках // Научная сессия МИФИ–2007: Сб. научн. трудов: В 17 т. Т. 13: «Экономика и управление». — М.: МИФИ, 2007. – 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
4. Титов С. Ю., Вязьмин С. А. Ценообразование активов на финансовых рынках // Научная сессия МИФИ–2007: Сб. научн. трудов: В 17 т. Т. 13: «Экономика и управление». — М.: МИФИ, 2007. – 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
5. Титов С. Ю., Вязьмин С. А., Минаев А.В. Использование метода сводных таблиц оптимизации в исследовании торговых систем на устойчивость // Научная сессия МИФИ–2008: Сб. научн. трудов: В 17 т. Т. 13: «Экономика и управление». — М.: МИФИ, 2008. – 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
6. Титов С. Ю., Минаев А. В., Сулимов А. А. Компьютерные инвестиционные программы для внутрисуточной торговли на рынке FOREX // Научная сессия МИФИ–2004: Сб. научн. трудов: В 15 т. Т. 13: «Экономика и управление. Международное сотрудничество». — М.: МИФИ, 2004. – 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
7. Титов С. Ю., Минаев А. В., Сулимов А. А. Управление капиталом статистическими методами // Научная сессия МИФИ–2005: Сб. научн. трудов в 15 т. Т. 13: «Экономика и управление. Международное сотрудничество». — М.: МИФИ, 2005. – 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).

8. Титов С. Ю., Минаев А. В., Сулимов А. А. Методы тестирования и статистической оценки механических торговых систем на финансовых рынках // Научная сессия МИФИ–2005: Сб. научн. трудов: В 15 т. Т. 13: «Экономика и управление. Международное сотрудничество». — М.: МИФИ, 2005. — 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
9. Титов С. Ю., Минаев А. В., Сулимов А. А. Дополнения к методике Т.Демарка прогнозирования финансовых рынков // Научная сессия МИФИ–2006: Сб. научн. трудов: В 16 т. Т. 13: «Экономика и управление». — М.: МИФИ, 2006. — 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).
10. Титов С. Ю., Минаев А. В., Сулимов А. А. Использование межрыночных индикаторов для торговли на финансовых рынках // Научная сессия МИФИ–2007: Сб. научн. трудов: В 17 т. Т. 13: «Экономика и управление». — М.: МИФИ, 2007. — 0,2 п.л. (авторский вклад – 0,1 п.л.).

1012

Подписано к печати 14.04.08

Формат издания 60x84/16

Печ.л. 1,4

Заказ № 7509

Бум. офсетная №1

Уч.-изд.л. 1,3

Печать офсетная

Тираж 100 экз.

Типография издательства МЭСИ. 119501, Москва, Нежинская ул., 7